

**CÓDIGO: 1.1.19**

**STUDIO E RILIEVO TRIDIMENSIONALE DEI RESTI ARCHEOLOGICI DELLE  
FORTIFICAZIONI DIFENSIVE INDIVIDUATE PRESSO LA PENISOLA DELLA  
MADDALENA, SANTANDER**

**Caliendo, Gaia (1° Autor)<sup>1</sup>, Cosido, Oscar J.<sup>2\*</sup>, Ruiz, Oscar<sup>3</sup>, Catuogno, Raffaele<sup>4</sup>,  
Campi, Massimiliano<sup>5</sup>, Gálvez, Akemi<sup>6</sup>, Iglesias, Andrés<sup>7</sup>, Sainz, Esteban<sup>8</sup>**

- 1: Arquitecto, Università Degli Studi di Napoli "Federico II"  
e-mail: [gaia.caliendo@gmail.com](mailto:gaia.caliendo@gmail.com), web: <http://www.progettoenergiazero.it/tesigaiacaliendo/>
- 2: Ayuntamiento de Santander, Centro Municipal de Formación y Empleo / Universidad de Cantabria, Departamento de Matemática Aplicada y Ciencias de la Computación  
e-mail: [oscar.cosido@gmail.com](mailto:oscar.cosido@gmail.com)
- 3: Ingeniero Técnico Industrial  
e-mail: [oscar.ruiz@alumnos.unican.es](mailto:oscar.ruiz@alumnos.unican.es)
- 4: Università Degli Studi di Napoli "Federico II", Instituto UrbanEco  
e-mail: [raffaele.catuogno@gmail.com](mailto:raffaele.catuogno@gmail.com)
- 5: Università Degli Studi di Napoli "Federico II", Instituto UrbanEco  
e-mail: [campi@unina.it](mailto:campi@unina.it)
- 6: Universidad de Cantabria, Departamento de Matemática Aplicada y Ciencias de la Computación  
e-mail: [akemi.galvez@unican.es](mailto:akemi.galvez@unican.es)
- 7: Universidad de Cantabria, Departamento de Matemática Aplicada y Ciencias de la Computación  
e-mail: [iglesias@unican.es](mailto:iglesias@unican.es)
- 8: Ayuntamiento de Santander, Centro Municipal de formación y Empleo  
e-mail: [esainz@ayto-santander.es](mailto:esainz@ayto-santander.es)

**PAROLE CHIAVE:** Fotogrametría convergente, Ingeniería Inversa, Península de la Magdalena, Visión Artificial, Topografía, Baterías Defensivas.

**ABSTRACT**

Il presente lavoro è stato sviluppato nell'ambito della collaborazione tra il Dipartimento di Architettura dell'Università Federico II, l'Universidad de Cantabria e l'Ayuntamiento de Santander e si inserisce all'interno del più ampio progetto di Tesi di Laurea, volto alla creazione di un supporto teorico e grafico, in grado di promuovere la comprensione delle dinamiche storiche della città, partendo dallo studio dei due poli culturali di Santander, El Anillo Cultural ed il Real Sitio de la Magdalena, per approfondirne e rappresentarne gli elementi principali, quali l'Antica Muraglia Medievale, il Palazzo Reale e le Batterie Difensive, oggetto del presente articolo. Il rilievo tridimensionale dei resti archeologici delle batterie difensive, proposto per l'Ayuntamiento de Santander, si inserisce all'interno del Plan Director de la Magdalena. Il prodotto finale di questo lavoro è la localizzazione e documentazione digitale in 3D di tutte le batterie difensive, sconosciute alla quasi totalità dei santanderini, e che esistevano sulla Penisola della Maddalena prima che essa si convertisse nella sede delle vacanze estive dei Reali di Spagna nel sec. XX.

**1. INTRODUZIONE**

Ciascuna realtà è proporzionata a se stessa. Santander può sicuramente definirsi una città del Novecento, a seguito della serie di avvenimenti che hanno determinato il forte mutamento morfologico, funzionale e sociale della città. Tuttavia è grande la volontà dell'Amministrazione Pubblica di dare un impulso alla

comprensione del patrimonio storico tuttora esistente, inteso come chiave per comprendere l'evoluzione storica e culturale della città [Fig. 1]. A partire dalla fine del secolo XIX il Sardinero, sino ad allora luogo deserto ed inospitale, iniziò il suo processo di urbanizzazione, promosso soprattutto dalla borghesia santanderina. A questo processo contribuì fortemente la presenza dei Reali di Spagna per le loro vacanze estive, pretesto che spinse verso la costruzione sulla Penisola di una residenza Reale permanente. La Penisola della Maddalena, dichiarata Bene di interesse culturale dal 1982, occupa un'estensione approssimata di 25 ettari. È il punto di maggior interesse topografico della Baia di Santander e l'estuario più grande della Cantabria.

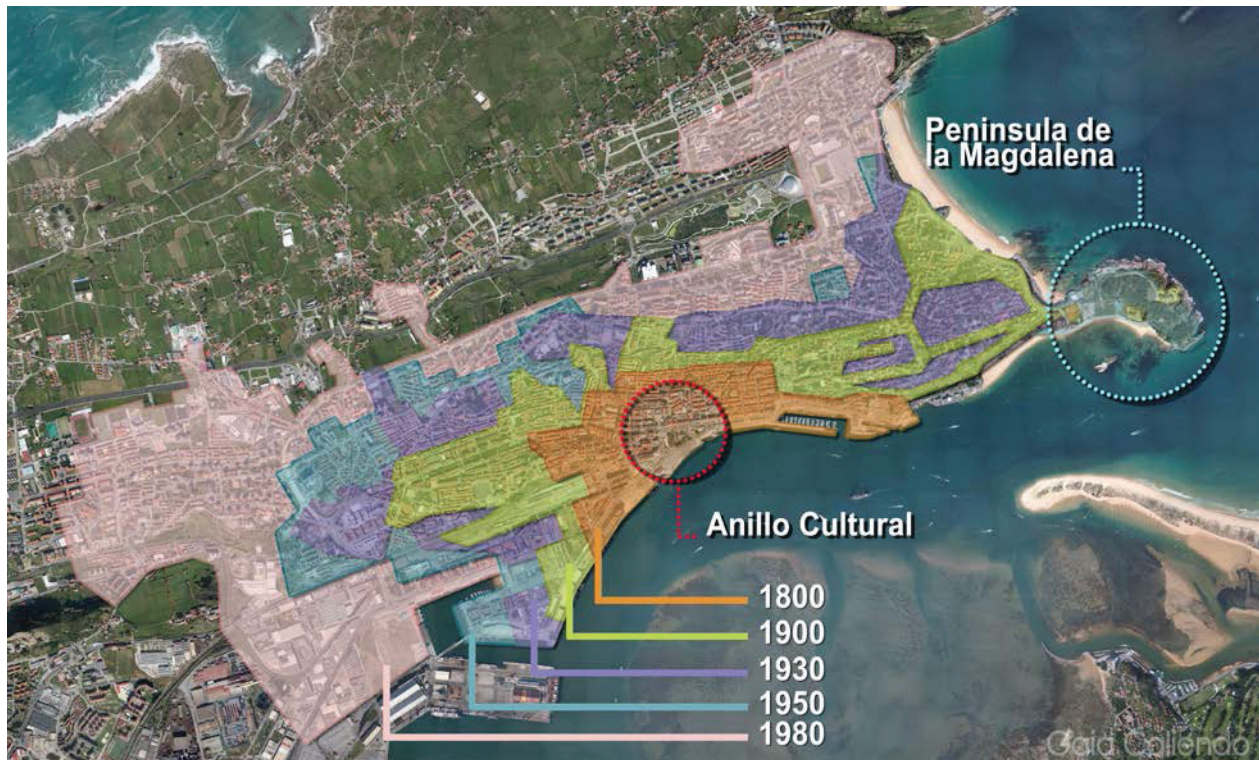


Figura 1: Evoluzione della struttura fisica di Santander

## 2. STORIA DELLE PROPRIETÀ DELLA PENISOLA DELLA MADDALENA

Di seguito un excursus sulle vicende relative alla Penisola della Maddalena, che può aiutare a comprendere la successione delle opere militari, nell'ambito delle vicende storiche europee e mondiali [Fig.2].

- Sec. XVI-XVIII. Installazioni militari: Castillo de San Salvador de Hano (1574), Castillo de Santa Cruz de la Cerda (1639), Bateria de Santiago de la Pena (1701-02), Bateria de Santa Barbara (1702-03).
- 4 luglio 1894. Concessione all'Ayuntamiento di Santander da parte dello Stato di vari terreni del Sardinero, per realizzare un parco.
- 26 agosto 1898. Occupazione della penisola da parte del Ramo della Guerra, per motivi strategici (guerra con gli USA). Lavori di fortificazione e costruzione delle batterie: Sandoval, San Emeterio Baja, San Emeterio Alta, Altos di San Salvador.
- 20 luglio 1903. Restituzione della Penisola della Maddalena da parte del Ministero della Guerra.
- 15 gennaio 1908. Donazione della Penisola della Maddalena al re Alfonso XIII.
- 23 aprile 1931. Esproprio dei beni del Patrimonio della Casa Reale.

- 27 luglio 1933. Decreto legge del Ministero dell'Istruzione Pubblica per la creazione dell'Università Estiva Internazionale.
- 21 agosto 1944. Annuncio della creazione dell'Università Internazionale Menendez Pelayo.
- 16 agosto 1977. Atto di compra-vendita che rende nuovamente il Sito Reale della Maddalena proprietà dell'Ayuntamiento.

### 3. ALTRI EDIFICI DELLA PENISOLA

- Caballerizas Reales. Costituiscono, insieme al Palazzo Reale, l'edificio più importante della penisola. Costruite nel 1918, in un inconfondibile stile inglese, ispirato ai padiglioni della Osborne House, residenza della Regina Victoria Eugenia nell'isola di Wight.
- Paraninfo. Spazio da sempre dedicato alla celebrazione di diversi atti accademici e culturali. Fu costruito negli anni Trenta da Gonzales de Riancho in stile razionalista.
- Casetta Salvataggio Naufraghi. Il servizio di volontari dell'Associazione dei Naufraghi di Santander si organizza nel 1881.
- Faro de la Cerda. Il faro, costruito nell'anno 1864, era destinato ad illuminare l'entrata orientale della costa di Santander.
- Sulla penisola è possibile trovare materiali e strutture archeologiche a partire dall'epoca romana, a testimoniare l'uso strategico che tale luogo ha sempre rivestito, grazie alla sua posizione privilegiata all'interno della baia di Santander.

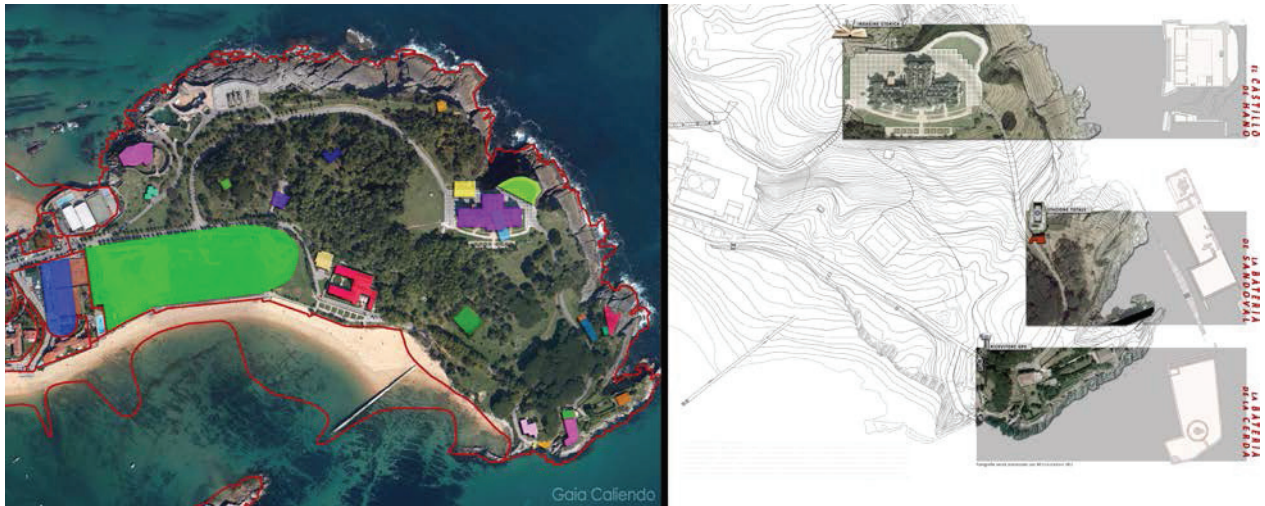


Figura 2: la Penisola de la Magdalena, le batterie difensive e le altre costruzioni

## 4. IL RILIEVO

### 4.1 METODOLOGIE E STRUMENTAZIONI UTILIZZATE

L'approccio ai manufatti architettonici studiati è stato svolto in maniera differente, in funzione delle caratteristiche proprie di ciascuno di essi. Le principali metodologie di rilievo utilizzate sono:

- rilievo topografico con stazione totale Leica Viva TS11. Impiegato per assicurare una corretta registrazione delle diverse scansioni, per una definizione planoaltimetrica ed anche per la definizione di una rete di inquadramento complessiva contestualmente georeferenziata, compatibilmente con la reperibilità di capisaldi della rete internazionale.
- rilievo con GPS Ricevitore GPS Trimble® R6.



- rilievo diretto. Utilizzato per definire dettagli e particolari raggiungibili in condizioni di sicurezza, per le verifiche di componenti non accessibili con le altre strumentazioni o che richiedano particolare cura.
- rilievo fotogrammetrico. Utilizzato per definire dettagli e particolari per la restituzione grafica di alcuni componenti e per la visualizzazione materica degli elaborati prodotti, nonché come base per l'utilizzo di programmi di fotogrammetria digitale, quali Photomodeler Scanner, Photoscan ed RDF.

## 4.2 LE FASI DEL RILIEVO

- a. Presa diretta dei punti da rilevare sul campo. Per la *Batteria di Sandoval*, rilevata tramite l'ausilio di stazione totale, l'operazione di rilievo è stata divisa in due momenti, fissando due punti in cui posizionare la stazione totale stessa. Le batterie di *San Emeterio* e *de la Cerda* sono invece state rilevate tramite strumentazione GPS.
- b. Ricomposizione spaziale dei dati. Riportati i dati dalle strumentazioni, sono state realizzate le piante delle batterie, seguendo le tracce dei resti delle antiche mura perimetrali.
- c. Elaborazione dei modelli ipotetici delle strutture. Lo stato attuale delle nostre conoscenze, non ci consente una ricostruzione fedele delle strutture nella loro complessità e tale condizione di indeterminatezza ci costringe a proporre un'immagine che necessariamente non può corrispondere puntualmente al vero. Tuttavia, le operazioni di rilievo effettuate sul campo ed incrociate allo studio tipologico di costruzioni similari, consente di valutare in maniera più che soddisfacente l'impatto monumentale e strategico che dovevano avere le batterie nel paesaggio circostante.

## 5. LE BATTERIE DIFENSIVE DELLA PENISOLA DELLA MADDALENA

### 5.1 CASTILLO DE HANO. INDAGINE STORICA E RESTITUZIONE GRAFICA

Chiamato anche Castillo de Jano, Fuerte de Ano o Fuerte de San Salvador de Ano [Fig. 3]. Eretto sulla punta de Hano, spazio attualmente occupato dal Palazzo Reale. Stando alle informazioni trasmesse dagli ingegneri militari che visitano la zona nel secolo XVI, il Re non dota di nuove difese militari il villaggio di Santander. Per questo motivo, lo stesso Collegio cittadino decide di farsi carico della costruzione del Fuerte de Ano, per difendere sia l'entrata del porto che l'insenatura della spiaggia del Sardinero, rifugio per i pirati che irrompevano in Santander. Il progetto, tuttavia, non godrà del consenso unanime. Si affida la costruzione a Piero Menéndez de Avilés, tra il 1574 ed il 1576. Nel 1580 il castello necessita di riparazioni ed ha quindi il declino del Castillo de Ano, a favore del Castillo de San Martín. José Gampillo nel 1741 mostra che il castello è inutilizzabile per la sua posizione troppo elevata, mentre per Joaquín del Pino costituisce il castello più importante della costa. La pianta rettangolare, quasi quadrata, con il lato est-ovest lungo 26 m e quello nord-sud lungo 28 m, e tutto il lato risultava occupato dai depositi di armi e munizioni, realizzati nel 1703, e dall'abitazione dell'Ufficiale incaricato. Presentava due batterie a barbetta sul fronte Est, una delle quali ad un livello inferiore per lasciare meno punti morti. Un percorso lo circondava ed un sistema di parapetti con una entrata coperta sotto il lato Sud, protetta da due bastioni piccoli con feritoie in grado di alloggiare un cannone. Dalla sua costruzione poche sono state le modifiche strutturali apportate. Occupato dai francesi, il 12 agosto 1812, durante la Guerra d'Indipendenza, fu demolito a cannonate dalla Isla de Mouro da una batteria inglese, sebbene i suoi resti furono visibili nel 1871. Sul sito del castello fu collocato il cosiddetto Semaforo de Santander nel 1874 e, oggi, si erge il Palazzo Reale della Maddalena. Durante i lavori per gli scavi di fondazione è stata ritrovata un'anfora, conservata oggi nel Museo di Preistoria e Archeologia della Cantabria. Del Castillo de Hano non ci sono pervenuti resti. Pertanto le uniche operazioni possibili sono state lo studio della documentazione storica, sia in forma scritta che grafica, che ci ha consentito di avanzare ipotesi non solo sulla struttura definitiva del castello, ma anche su successive opere di modifica, dalla incerta realizzazione.

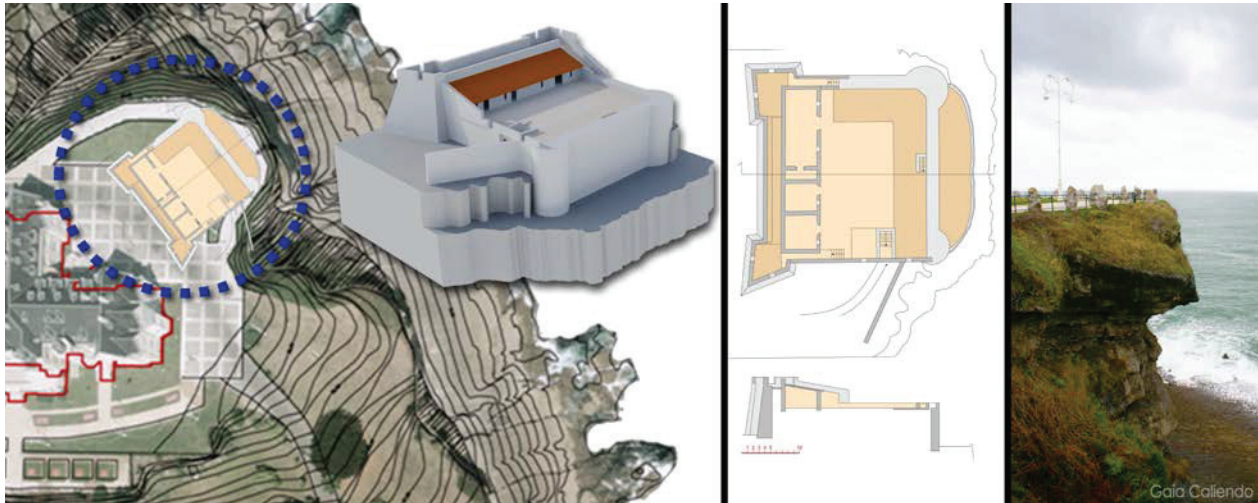


Figura 3. Castillo de Hano - inquadramento topografico, rilievo GPS e restituzione 3D

## 5.2 BATERIA DE LA CERDA. INDAGINE STORICA E RILIEVO GPS

Chiamato anche Castillo de Santa Cruz, Castillo de Santa Cruz de la Cerda, Castillo de San Carlos de la Cerda, Fuerte de la Cerda e Bateria de la Cerda [Fig. 4]. Il castello deve il suo nome al sindaco e governatore del villaggio di Santander, Fernando de la Cerda, che lo fonda nel 1639 alla notizia di un attacco francese. Il castello viene realizzato sulla punta più orientale della Penisola della Maddalena. Tra il 1702 ed il 1703 il villaggio di Santander, senza l'aiuto della Corona, realizza nuove opere come fortini, cannoni, palizzate e roccaforti, magazzini per il ricovero di artiglieria e polvere da sparo, caserme e trincee. Nel 1763 la struttura è semplice: pianta rettangolare, suddivisa in un asse di circa 40 metri – adattato alla forma incoerente del terreno in direzione nord-sud, con una grande spianata pavimentata ad est, sud e sud-ovest ed un parapetto di circa 1,20 metri di spessore. L'accesso era situato ad ovest, lato occupato quasi interamente da un passaggio coperto, con delle feritoie. Sul lato Nord della costruzione vi era un grande deposito per le attrezzature, cucina e corpo di guardia, da cui si aveva accesso al deposito della polvere da sparo. Nel 1793, il Castello de la Cerda costituisce il punto di controllo di tutto il porto di Santander: la sua posizione all'entrata della baia e la sua vicinanza e dominio rispetto al canale di entrata al porto, determinano l'importanza cruciale di questa difesa. Nel 1867 Gervasio de Eguaras descrive questo luogo come totalmente abbandonato ed in rovina. Due anni più tardi, nel 1869 i suoi resti vengono sfruttati per la costruzione di un faro.

La Bateria della Cerda si trova attualmente incorporata in un proprietà privata, pertanto la scelta metodologica si è mossa in direzione del rilievo GPS, che ha consentito una campagna di rilievo rapida e precisa, grazie anche allo stato di conservazione relativamente buono della batteria stessa.

Di seguito le strumentazioni utilizzate per il rilievo:

- Ricevitore GPS Trimble R6
- PfCad versione 10.00 per elaborazione dati di campagna
- Autocad LT per l'elaborazione degli elaborati grafici
- Trimble survey Office per la trasposizione dei dati del GPS

Le reti o poligonali di inquadramento topografico: collegano tra loro i vertici di stazione, definiscono il sistema di riferimento dell'intero rilievo, consentono di effettuare verifiche e compensazioni sulle misure fatte. Obiettivo del sistema GPS è quello di determinare in tempo reale, la posizione di un osservatore rispetto a un sistema di riferimento geocentrico (quota misurata come altezza sull'ellissoide).

L'informazione sulla posizione è ottenibile grazie ad un sistema di satelliti in orbita attorno alla terra. Dal punto di vista geometrico è nota la traiettoria e la legge del moto con la quale il satellite percorre l'orbita, pertanto è nota la posizione del satellite ad ogni istante. Il funzionamento del sistema GPS si basa sull'interazione delle tre parti fondamentali in cui è articolato il sistema (segmenti):

1. Segmento spaziale: Consiste di almeno 24 satelliti (trasmettitori) in orbita geostazionaria attorno alla Terra, equipaggiati con orologi atomici, distribuiti a gruppi di tre in sei diversi piani orbitali.
2. Segmento di controllo: 5 stazioni di controllo a terra. È composto da una stazione principale di controllo Master, 5 stazioni terrestri fisse di tracking e 3 stazioni di trasmissione.
3. Segmento utente (User Segment): ricevitore GPS. Ogni ricevitore GPS è equipaggiato con: antenna, processore dei dati ricevuti dai satelliti, orologio ad alta precisione.

Dalla frequenza fondamentale sono derivati due segnali, denominati L1 e L2, che hanno frequenze multiple di quella fondamentale e lunghezze d'onda pari a:

L1 , frequenza  $f_1 = 154f_0 = 1575.42 \text{ MHz}$  , lunghezza d'onda :  $\lambda_1 = 19 \text{ cm}$

L2 , frequenza  $f_2 = 120f_0 = 1227.60 \text{ MHz}$  , lunghezza d'onda :  $\lambda_2 = 24 \text{ cm}$

Per questo studio è stato utilizzato un ricevitore doppia frequenza. Oltre ad acquisire il codice C/A e la portante L1, questi ricevitori sono in grado di ricostruire anche la portante su L2. La fase di L2 viene utilizzata in congiunzione con la L1 per correggere l'effetto ionosferico e poter eseguire misure di precisione su distanze più lunghe.

Per la georeferenziazione, sia con stazione totale che con GPS, si è fatto riferimento all'area di Geodesia dell'Istituto Geografico Nazionale (IGN), che sviluppa a partire dal 1998 una rete di stazioni permanenti GNSS che copre tutto il territorio nazionale. Attualmente 31 stazioni formano la rete, di cui 20 risultano integrate nella rete europea dell' EUREF e 2 nella rete mondiale del GIS. La posizione dei punti è stata determinata rispetto al sistema di riferimento ED50, proiezione UTM, definito nel 1950 nell'ambito delle convenzioni europee tendenti all'unificazione delle reti e della rappresentazione cartografica.

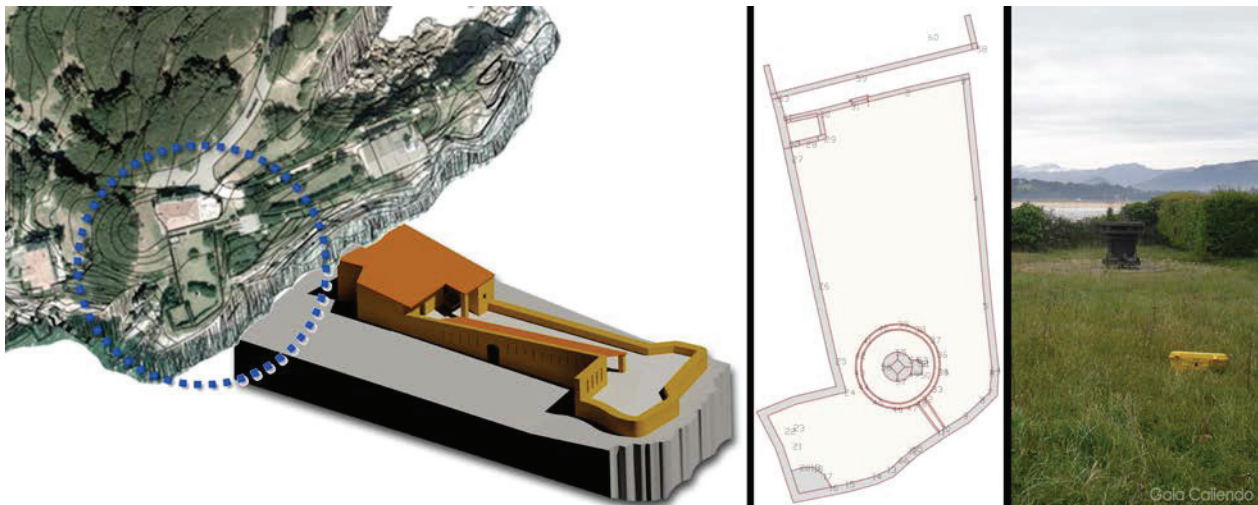


Figura 4: Bateria de la Cerda - inquadramento topografico, rilievo GPS e restituzione 3D

### 5.2.1 ERRORI

Bisogna segnalare che il sistema GPS risente di una serie di effetti di disturbo che inducono errori sistematici nell'apprezzamento della posizione assoluta e relativa delle antenne dei ricevitori.

Gli errori possono essere:

- Errori accidentali ( $\approx 1\%$  della lunghezza d'onda)
- Errori sistematici (BIAS):

- Errori di orologio (satellite e/o ricevitore): 1m.
- Errori d'orbita: 1m.
- Errori di rifrazione (ionosferica e troposferica): 10m.
- Percorsi “multipath” (il segnale satellitare è deviato da ostacoli sul percorso: non trascurabile in ambiente urbano): 0,5m.
- Elettronica del ricevitore.
- Interferenze elettromagnetiche.
- Posizione e geometria dei satelliti rispetto all’osservatore.

### **5.3 BATERIA DE SANTIAGO DE LA PENA**

Questa batteria è situata tra i Castillos de Hano e de la Cerda, nel luogo in cui a partire dal 1898 si costruirà la batteria de Sandoval. La data della sua costruzione si ipotizza intorno agli anni 1701-02. Nel 1752 il Marques de Conquista Real stabilisce che le batterie di Santiago de la Pena, Santa Barbara, San Fernando e San Francisco vengano abbandonate. In questa data, la costruzione della batteria di Santiago de la Pena non era ancora stata portata a termine. Non rimangono resti.

### **5.4 BATERIA DE SANTA BARBARA**

Fondata nel 1702-03, costituisce parte di quelle opere di difesa della costa rese necessarie dalla Guerra di Secessione, insieme alle batterie di San Jose, San Francisco, San Emetrio e Caledonio, San Juan Bautista, San Antonio de Padua, San Fernando. La batteria di Santa Barbara, al momento della decisione di abbandonare le batterie precedentemente elencate, non risultava ancora terminata. Non rimangono resti.

### **5.5 COSTRUZIONI MILITARI DAL 1898**

A partire dal 1896, Santander diviene sede centrale del Governo militare della provincia. Una Commissione Speciale, creata per l’occasione, stabilisce uno schema di fortificazioni organizzato intorno a tre punti focali: Cabo Menor, La Magdalena e la costa di Langre. Ancor prima che questo progetto potesse materializzarsi, inizia la guerra con gli Stati Uniti. A causa del pericolo imminente di un attacco da parte di navi nord-americane, si costituisce la Giunta Locale per l’armamento di Santander, per il posizionamento di varie batterie nella Maddalena. Le fortificazioni progettate, tuttavia, non furono portate a termine per la rapida conclusione della guerra. Le batterie localizzate sulla penisola sono quelle di Sandoval, San Emetrio Alta, San Emetrio Bassa e quella alta di San Salvador. Della batteria alta di San Salvador non sembra essere rimasto alcun resto, quella di San Emetrio Bassa è scomparsa con i lavori di costruzione del Palazzo Reale, quella di San Emetrio Alta ha lasciato solo pochi indizi, e risulterebbe posizionata vicino al campo di cricket nelle vicinanze del Palazzo.

### **5.6 BATERIA DE SANDOVAL: INDAGINE STORICA E RILIEVO CON STAZIONE TOTALE**

La batteria di Sandoval, di cui si conservano più resti, era situata nella zona della Punta del Porto, tra la Punta de la Cerda e il Cabo de Ano [Fig. 5]. Con una quota di 15 metri, occupa una superficie di 700 m<sup>2</sup>, per 60 m lungo il lato NO-SE ed una profondità di 12 m. Conserve inoltre un attraversamento – deposito di munizioni e forse alloggi – appena alterato per la caduta della massa di terra che lo coronava e che venne più tardi utilizzata per bloccare il varco d’entrata e qualsiasi altra apertura lungo il lato sud-ovest. Le dimensioni dell’attraversamento sono 12,85 m di larghezza per 11,70 di lunghezza, con contrafforti laterali. Su ambo i lati erano posizionati piattaforme per i cannoni – ancora oggi perfettamente individuabili. A causa delle moderne necessità belliche, un nuovo progetto riteneva indispensabile la realizzazione di locali per le munizioni più sicuri. Il relatore del Comando Generale degli Ingegneri del



Nord, Francisco Roldan, bocciando definitivamente questo progetto, sottolinea quella che ormai è la natura del porto di Santander, non più difensiva, ma commerciale. Riguardo le batterie esistenti sulla Maddalena, Roldan pianifica il loro ampliamento e recupero funzionale alle necessità dell'epoca. Le batterie di San Emetrio e di Sandoval dovevano unirsi tramite un collegamento, eliminando i cannoni ed alzando i parapetti.

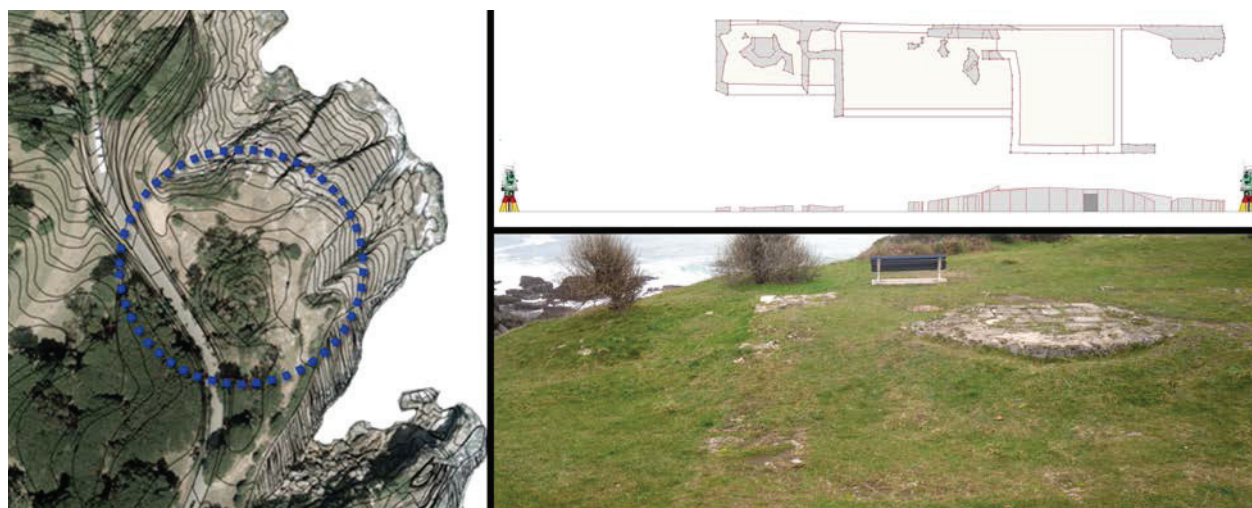


Figura 5. Bateria de Sandoval - inquadramento topografico, rilievo GPS e restituzione 3D

Le favorevoli condizioni ambientali hanno consentito il rilievo dei resti della batteria attraverso stazione totale. La prima operazione è lo stazionamento, cioè il posizionamento su un punto di stazione (o caposaldo), materializzato a terra con un chiodo, e la successiva messa in bolla dello strumento. Per misurare un punto va sempre effettuata la collimazione. La stazione totale opera all'interno di un sistema di coordinate polari  $x$ ,  $y$ ,  $z$  aventi un punto d'origine comune, coincidente con il centro ottico dello strumento. Per determinare la posizione di un punto è necessario effettuare tre letture: angolo orizzontale, angolo verticale e distanza inclinata. In fase di rilievo indiretto è attribuito ad ogni punto misurato con la stazione un numero di serie (codice) il quale sarà in seguito riportato sulle tavole stampate. Con l'uso della stazione totale è stato possibile sin da subito orientare su punti topografici noti. Si è proceduto quindi al rilievo dei singoli punti con il metodo dell'irraggiamento.

## CONCLUSIONI

Si è visto che per una città come Santander, dove la ricchezza storica è andata totalmente distrutta, la posta in valore delle uniche vestigia del suo passato a noi pervenute è una chiave fondamentale per poter spiegare l'evoluzione storica e culturale dell'"urbe". Le batterie difensive della Penisola, costituiscono un patrimonio ancora purtroppo ignoto per i santanderini stessi, fondamentale è pertanto la loro conoscenza.

## BIBLIOGRAFIA

- J. Simon Cabarga. *Santander: Biografía de una ciudad*. Librería Estudio, Santander 1979.
- J. L. Casado Soto. *Santander, una villa marinera en el siglo XVI*. Librería Estudio, Santander, 1990.
- I. Caceres. *Santander. Una ciudad sobre el mar*. Ed. Lumweg, Madrid, 1996.
- Martin Latorre, E y Otras. *La memoria del Territorio. Atlas Histórico de Santander y su Puerto*. Autoridad Portuaria de Santander, Santander, 1998.